

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

## **GUIA DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES RESIDENCIALES**

### **GUIDE TO MANAGEMENT ALTERNATIVES OF RCD IN THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS**

Alber Giovanni Hernandez Salinas  
Ingeniero civil, Especialista en seguridad y salud en el trabajo, Residente de urbanismo  
Organización Conigsa S.A.S.  
Bogotá D.C, Colombia  
u2700904@unimilitar.edu.co

#### **Artículo de Investigación**

**DIRECTOR**  
**Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájar**

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)  
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec  
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)  
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)  
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana  
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto  
  
Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada  
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RECURSOS NATURALES  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
JUNIO DE 2019**

## **GUIA DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES RESIDENCIALES**

### **GUIDE TO MANAGEMENT ALTERNATIVES OF RCD IN THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS**

Alber Giovanni Hernandez Salinas  
Ingeniero civil, Especialista en seguridad y salud en el trabajo, Residente de urbanismo  
Organización Conigsa S.A.S.  
Bogotá D.C, Colombia  
U2700904@unimilitar.edu.co

#### **RESUMEN**

Los últimos quince años Colombia ha presentado un aumento secuencial sobre el licenciamiento en construcción, originado por las oportunidades que el gobierno nacional está ofreciendo a los ciudadanos para la adquisición de vivienda de interés social lo que paralelamente a incrementando la generación de los residuos de construcción y demolición - RCD, se estima que anualmente el crecimiento es del 2% conllevando a que las ciudades y municipios se desborden en una problemática ambiental al momento de realizar la gestión adecuada de los mismos incurriendo en afectaciones ambientales sobre el aire, agua y suelo originadas por las malas prácticas empresariales de la industria de la construcción, el desconocimiento de alternativas de manejo de los RCD, la falta de seguimiento, inspección y control de parte de las autoridades ambientales y la inadecuada disposición final, esta problemática conlleva a que se expidieran normas para controlar la generación de RCD. Nace la imperiosa necesidad de integrar dichas normas a la realidad local y empresarial a través del diseño de una guía de alternativas de manejo de RCD que contenga una aplicación jerarquizada y secuencial que incluya: prevención, reducción, recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento, disposición final, educación, cultura y sensibilización, con el objetivo de garantizar la disminución de los RCD, la extracción y agotamiento de los recursos naturales no renovables y el desarrollo sostenible ambiental entre hombre, naturaleza y entorno que garantice a las generaciones presentes y futuras un ambiente sano, sobre procesos de innovación como ciclo de vida de los materiales y su inclusión en la economía circular.

#### **Palabras clave:**

Aprovechamiento RCD, ciclo de vida, desarrollo sostenible, economía circular, educación ambiental, fuentes de generación, RCD, reutilización, sitio de disposición final.

#### **ABSTRACT**

The last fifteen years Colombia has presented a sequential increase on the licensing in construction, originated by the opportunities that the national government is offering to the citizens for the acquisition of housing of social interest what In parallel to increasing the generation of construction and demolition waste-RCD, it is estimated that annually the growth is 2% leading to the cities and municipalities are overflowing in an environmental problem at the time of carrying

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

out the management Appropriate of the same by incurring environmental impacts on the air, water and soil originated by the bad business practices of the construction industry, ignorance of management alternatives of RCD, lack of monitoring, inspection and Control by the environmental authorities and the inadequate final disposition, this problem led to the issue of regulations to control the generation of RCD. The imperative need to integrate these standards into local and business reality is born through the design of a guide to RCD management alternatives that contains a hierarchical and sequential application that includes: prevention, reduction, collection, transport, Storage, utilization, final disposition, education, culture and awareness, with the aim of ensuring the reduction of RCD, the extraction and depletion of non-renewable natural resources and the sustainable environmental development between man , nature and environment that guarantees to the present and future generations a healthy environment, on processes of innovation as life cycle of the materials and their inclusion in the circular economy.

### **Keywords:**

RCD utilization, life cycle, sustainable development, circular economy, environmental education, generation sources, RCD, reuse, final disposal site.

## INTRODUCCION

Los residuos de construcción y demolición – RCD, son materiales resultantes de las actividades de construcción, demolición, reparación de obras civiles y todos aquellos generados por actividades asociadas a los mismos, es necesario identificarlos para determinar sus materias primas entre las cuales se pueden mencionar: las provenientes de canteras de explotación como limos, arcillas, cal, yeso, arenas, gravas y triturados, las de origen sintético como: PVC, resinas, plásticos, icopor (poliestireno extendido), de origen siderúrgico como metales, de origen natural como maderas, papel, material de descapote y excavaciones, entre otros, y que de acuerdo a la expedición de la resolución 472 del año 2017 requieren de una zona de disposición final para su aprovechamiento y tratamiento adecuado, teniendo en cuenta los criterios y metodología contenidos en el artículo 11.

El gran auge que actualmente está presentando la construcción de vivienda especialmente la de interés social con un aumento del licenciamiento en un 20% durante el periodo marzo 2018 a marzo del 2019 (Boletín técnico de licencias de construcción Dane, marzo 2019), tiene como

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

consecuencia la alta generación de residuos de construcción y demolición por variados aspectos entre los cuales se pueden mencionar: falta de cultura ambiental empresarial, ausencia en las empresas de alternativas de prevención, reducción, reutilización, aprovechamiento y valoración de los residuos, las zonas de disposición final carecen de alternativas de aprovechamiento para la transformación de los RCD en nuevos materiales o como complementación de materias primas para los existentes, dando continuidad al ciclo de vida y el origen de la economía circular.

Se hace necesario la implementación de una gestión integral de alternativas, la cual debe enfocarse desde la fuente misma de generación de RCD, con el objetivo de disminuir los índices de contaminación sobre el agua, aire y suelo, al igual que la cantidad de volúmenes recepcionados en las zonas de disposición final con la integración de diferentes herramientas como la normatividad en RCD emanadas a nivel nacional y las desarrolladas a nivel local por los grandes centros urbanos del país para buscar la sostenibilidad ambiental entre los involucrados de la industria de la construcción, trabajadores, Alcaldías y entidades de control ambiental.

El desarrollo de este artículo tiene en conjunto variados aspectos en la búsqueda de contribuir a la solución de la reducción en la generación de RCD al igual que enfocar un aprovechamiento de beneficios ambientales y económicos para las empresas de la industria de este sector con la finalidad de contribuir a la sostenibilidad ambiental que debe existir en las practicas que se realizan en la construcción de vivienda, asociando las normativas actuales y diseñando un plan de alternativas de manejo de residuos de construcción y demolición, enfocado en la prevención, reducción, recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento, disposición final, con el apoyo de los empresarios orientado a la educación, cultura y sensibilización.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

### MATERIALES Y METODOS

La metodología utilizada en este artículo requirió de la implementación de dos etapas, la primera relacionada con revisiones bibliográficas basadas en documentos emanados del estado, libros, artículos científicos, guías y conceptos que se relacionan con los residuos de construcción y demolición - RCD, la importancia del manejo, la reutilización, el aprovechamiento, educación ambiental, ciclo de vida de los materiales, economía circular y la disposición final.

La segunda etapa se relaciona con el análisis de la información seleccionada con la cual es posible construir el documento, articulando la problemática de los residuos de construcción y demolición con las diferentes alternativas de manejo viables y existentes en el entorno.

Para desarrollar la metodología anteriormente descrita fue necesario, analizar el tema de discusión y la importancia a una solución, búsqueda y recopilación bibliográfica, lectura de documentación asociada al tema y selección de la misma, definir, delimitar y desarrollar el alcance del tema y preparar y realizar la lectura de los documentos bibliográficos.

#### **Construcción del documento.**

Colombia inicia la regulación de la generación de residuos de construcción y demolición - RCD, con la resolución 541 de 1994, expedida por el Ministerio de Ambiente con el objetivo de regular el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Posteriormente se expidió el decreto 948 de 1995, a través del Ministerio de Ambiente como reglamento de protección y control de la calidad del aire, buscando la regulación en la generación de todo tipo de emisiones que se realiza a la atmosfera.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

La ausencia de vigilancia, control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales y locales y el inicio del auge de la construcción en la década de los años dos mil, trajo como consecuencia la generación de altos volúmenes de RCD, que fueron siendo dispuestos en áreas abandonadas y lugares de espacio público no aptos para tal fin, lo que conllevó a que el gobierno nacional instaurara la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, a través de la ley 1259 del año 2008, esta ley debía concebirse como un apoyo adicional al buen manejo de los RCD, enfocado hacia la culturalización ciudadana, la vigilancia y control que han ejercido las autoridades locales y ambientales en el país han hecho que sea efectiva en su implementación.

En los últimos quince años, Colombia viene experimentando un índice de crecimiento en el sector económico de la construcción, (Informes del Dane años 2014, 2015, 2016 y 2017), esta tendencia se debe a variados factores como son el crecimiento de la población, las políticas estatales de inversión pública y privada, lo que originó que a partir del año 2014 el gobierno nacional estableciera una política de inversión dirigida a la adquisición de vivienda de interés social a través de subsidios asignados a las Alcaldías y Cajas de Compensación Familiar, complementario con la incentivación a las bajas tasas de interés en la obtención de créditos hipotecarios para este tipo de vivienda, los proyectos de inversión asignados por la Presidencia y Vicepresidencia de la república, ejecutados a través del Ministerio de vivienda, ciudad y territorio entre los años 2014 al año 2017, ascendieron a la suma de 7.5 billones de pesos.

Estos factores económicos han conllevado al gran auge que se está presentando en la construcción de vivienda, especialmente la de interés social con un aumento del licenciamiento en un 20% durante el periodo marzo 2018 a marzo del 2019 y a las variaciones positivas durante los periodos enero 2017 – marzo 2019 (Boletín técnico de licencias de construcción Dane, marzo

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

2019), como se puede observar en las figuras 1 y 2, todos estos componentes en conjunto han originado la modificación en los planes de ordenamiento territorial de los Municipios y disponer de suelos para construcción de vivienda y áreas para la disposición final de residuos de construcción y demolición – RCD.

Figura 1. Área total aprobada para vivienda en 302 municipios, marzo 2018-2019

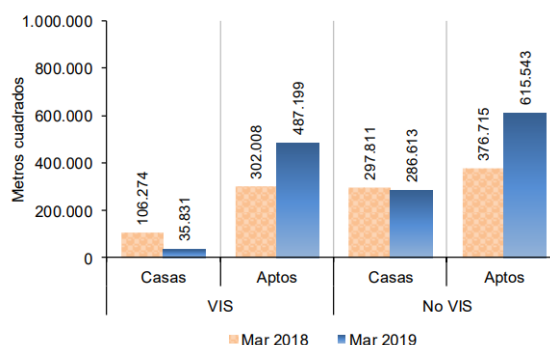


Figura 1. Grafica de comportamiento del licenciamiento aprobado en vivienda durante el periodo de marzo 2018 a marzo 2019, realizado en 302 Municipios de Colombia.

Fuente: Dane, ELIC (2019).

Figura 2. Variación anual área total aprobada para vivienda, 302 municipios, enero 2017 – marzo 2019

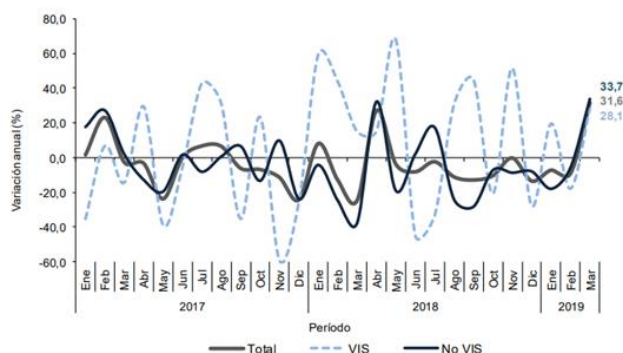


Figura 2. Grafica variación anual del licenciamiento aprobado en vivienda durante el periodo enero 2017 a marzo del 2019, realizado en 302 Municipios de Colombia.

Fuente: Dane, ELIC (2019).

Estos cambios estructurales inesperados por el aumento de la construcción de infraestructura educativa, salud, recreativa, comercial, industrial y de vivienda en Municipios y Ciudades han provocado una elevada generación y un inadecuado manejo de los volúmenes de

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

RCD, originado desde la fuente misma, hasta la zona de disposición final, afectando la calidad del entorno ambiental de la ciudadanía por la contaminación del aire, agua y suelo. Este desequilibrio ambiental hizo necesario que el gobierno nacional reforzara medidas referente a la disposición final de este tipo de residuos para que se garantice un adecuado uso del suelo, estas medidas están contenidas en el reglamento de la prestación de servicio público de aseo, en los artículos 15 y 45, del decreto 2981 del 2013, posteriormente el Distrito capital de Bogotá a través de la resolución 1138 del 2013 adopto la guía de manejo ambiental para el sector de la construcción con el objetivo de orientar a los industriales de ese sector en la elaboración de los planes de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD, enfocados en el desarrollo de estrategias que minimicen la disposición final y maximicen el aprovechamiento de los RCD generados en la ejecución de proyectos (Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra, 2017).

Las políticas nacionales para la adquisición de vivienda de interés social, requirió de algunas reformas para su buena ejecución, el gobierno nacional decidió incluir en el decreto único 1077 del 2015 que reglamento el sector vivienda, ciudad y territorio, disposiciones importantes sobre la gestión adecuada de los RCD y los residuos sólidos, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales en municipios y ciudades y garantizar una buena calidad de los componentes ambientales como el aire, agua y suelo para los ciudadanos.

Los índices en la disminución en la generación de RCD, de acuerdo al diagnóstico integral del modelo actual de la gestión de residuos en Colombia del año 2011, no ha sido exitoso, al contrario presento una variación positiva anual del 2% , lo que conllevo a adoptar medidas encaminadas a fortalecer la gestión integral de los RCD, las cuales están contenidas en la resolución 0472 del año 2017, del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, la cual



## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

reglamento la gestión integral de los RCD, apoyando otras disposiciones con el objetivo de conservar los recursos naturales y garantizar un desarrollo sostenible para las personas.

(Artículos 78 y 79 Constitución política de Colombia, 1991).

La situación de Colombia en aprovechamiento de los RCD es preocupante, tan solo el 3% de los residuos generados en el país tienen un manejo aprovechable, descartando el otro 97 %, esto evidencia la falta de culturización empresarial y el inadecuado manejo de los RCD producidos en la ejecución de los proyectos del país, de acuerdo al informe de disposición final de residuos del año 2017, Colombia presenta un crecimiento estimado anual del 2% en producción de RCD, propiciado por el buen momento de la industria de la construcción, lo que provocó una disposición final durante ese año de 30.081 Ton/día, solo en los sitios legales designados para tal fin y que reportan su acción a las autoridades regionales, (Informe de disposición final de residuos sólidos año 2017, Superservicios domiciliarios, DNP, 2017).

El manejo integral de los RCD provenientes de las actividades de construcción en Colombia, presenta deficiencias por factores como ; falta de cultura y educación ambiental de parte de los trabajadores y empresarios de la industria de la construcción, estos dos elementos son fundamentales ya que son la fuente generadora sobre la cual debe realizarse el enfoque de prevención y reducción de RCD, los empresarios deben reflexionar sobre su comportamiento ético y asumir su responsabilidad social corporativa, de igual manera es necesario que realicen un análisis y una evaluación económica de los costos que están asumiendo por la inadecuada gestión de los RCD y por el desconocimiento de las alternativas de aprovechamiento de los mismos y el aporte que a futuro estarían otorgando a la conservación y equilibrio del medio ambiente y de sus componentes, adicionalmente es urgente diseñar y desarrollar estrategias encaminadas a la concientización y participación de los trabajadores en educación ambiental, con

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

la finalidad de motivarlos a mejorar las prácticas en los sitios de trabajo, replicándolos en sus hogares y entorno.

El segundo factor importante que influye es el institucional, la ausencia de control, inspección y vigilancia por parte de las autoridades ambientales y locales, que no vienen ejerciendo con total compromiso sus funciones, exigiendo a cabalidad el cumplimiento de las normas, lo que se evidencia en que existan zonas de disposición de RCD no autorizados y que en los autorizados se permita la disposición de RCD mezclados con residuos sólidos, provocando un inadecuado manejo de los mismos.

El tercer factor tiene que ver con el ciclo de vida lineal que los productores de los materiales de construcción han determinado para los mismos, sin hacer posible opciones de reutilización de las materias primas contenidas en estos, las cuales podrían servir para elaborar otros productos y de esta forma disminuir la extracción de recursos naturales, el consumo de energía, las emisiones de gases efecto invernadero y los vertimientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Residuos de construcción y demolición - RCD

**1.1 Concepto:** “Son los residuos sólidos provenientes de las actividades de construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas” (Resolución 472 del 2017, Ministerio de ambientes y desarrollo Sostenible, 2017). Los RCD, presentan una clasificación que se utiliza para determinar su aprovechamiento y una categoría para conocer sus componentes, así es posible evaluar su reutilización, como se puede observar en la figura 3.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

Figura 3. Clasificación de los residuos de construcción y demolición RCD.

CATEGORIA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN APROVECHABLES	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
	Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos y residuos inertes, no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
		Residuos finos expansivos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
	Otros residuos	Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos y demás materiales similares.
		Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño, zinc y demás materiales similares,
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra
		Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas,
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN NO APROVECHABLES	Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógeno(biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivo y demás materiales similares.
	Residuos especiales	No definida	Poliestireno - icopor, cartón-yeso (drywall), llantas y demás materiales similares.
	Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento,
	Otros residuos	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reusó en las obras.

Figura 3. Clasificación de los residuos de construcción y demolición – RCD, teniendo en cuenta sus componentes fisicoquímicos de acuerdo a los decretos 838 del 2005, 4741 del 2005 y 2981 del 2013.

Fuente: elaboración propia, apoyo del decreto 838 del 2005, 4741 del 2005 y 2981 del 2013.

## 2. Fuentes de generación de los residuos de construcción y demolición - RCD

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son generados por diferentes sectores de la construcción, este artículo se enfocará en los que se originan en la actividad de la construcción de vivienda que actualmente es la problemática más representativa de RCD en las ciudades y municipios de Colombia.

Al momento de iniciar un proyecto de construcción de vivienda se presentan dos fuentes de generación de residuos, es necesario aplicar principios de jerarquización para describir y detallar la secuencia con la cual se deben realizar las intervenciones.

**2.1 Área sin intervenciones urbanísticas:** es cuando el sitio donde se ejecutará el proyecto es un lote sin intervención urbanística, cuando se inician proyectos sobre este tipo de

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

suelos lo más importante es definir una área de disposición de los materiales provenientes del descapote y de excavaciones y que podrán ser reutilizados en la obra en el momento en que se requieran de acuerdo a las propiedades mecánicas de los mismos, se tiene que los materiales generados en este primer proceso son: descapote, formado por la capa vegetal y suelo, el cual es necesario en la revegetación de las zonas verdes, siendo de muy difícil obtención y un alto costo para los proyectos, es necesario disponer de una zona de acopio para este tipo de material, señalizarlo debidamente y protegerlo contra la intemperie, al momento de reutilizarlo se le realizara labores de limpieza y selección del material que contenga las propiedades orgánicas para su utilización en zonas verdes y empradización, el material sobrante de esta actividad debe transportarse a la zona de disposición final determinada, haciendo saber del tipo de material para que sea reutilizado en la futura revegetación de ese lugar.

Después de que se termina la etapa de descapote, se inicia la actividad de excavaciones de acuerdo al proceso y orden constructivo definido por la empresa constructora del proyecto, está la componen materiales provenientes de las cimentaciones, las redes secas, húmedas, vías, parqueaderos y andenes, este tipo de materiales por sus propiedades mecánicas se catalogan como sobrantes, pero pueden reutilizarse en la obra en llenos que no sean estructurales, para esto es necesario disponer de una zona de acopio para este tipo de material, señalizarlo debidamente y protegerlo contra la intemperie, al momento de reutilizarlo se hará bajo las condiciones que se requiera en la obra y el sobrante debe transportarse a la zona de disposición determinada para su reutilización.

**2.2 Área con intervenciones urbanísticas:** cuando se piensa construir un proyecto sobre un lote el cual requiere inicialmente de la demolición de estructuras existentes, es necesario realizar un inventario de los elementos constructivos presentes y determinar cuáles

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

de estos pueden ser reutilizables, reciclables y no reciclables, debe desmontarse los elementos como puertas, ventanas, cubiertas, estructuras de cubiertas, accesorios de cocina, baños y eléctricos, acopiarlos de manera separada de acuerdo a la utilización final que se requiere, posteriormente debe realizarse la demolición de las estructuras existentes las cuales están compuestas por diferentes materiales como; mampostería, concretos, pañetes, morteros, enchapes, cerámicas, aceros, tuberías en PVC, estructuras metálicas, entre otros, los cuales deben ser clasificados de acuerdo a sus características para transportarlos de forma adecuada a la zona de disposición final, allí si son tratados debidamente contando con ayudas tecnológicas pueden ser transformados en materias primas y componentes de otros materiales como sub-bases para la construcción de vías y andenes, el siguiente paso a seguir es continuar con los procesos de excavaciones para cimentaciones, redes secas, húmedas, vías, parqueaderos y andenes, descrito en la etapa anterior.

### **3. Lineamientos indispensables en la gestión de RCD**

#### **3.1 Etapa de planificación**

Es necesario definir un diseño constructivo que este encaminado al desarrollo de estrategias que promuevan la prevención, reducción y utilización de materiales estandarizados y cuantificables arquitectónicamente y que a futuro puedan ser reutilizables y reciclables, es imprescindible establecer mejoras en las practicas constructivas para minimizar la generación de residuos.

#### **3.2 Etapa de construcción, control y seguimiento**

La etapa de construcción debe estar encaminada a la adquisición de materiales que cumplan con los estándares de calidad requeridos de acuerdo a la Norma de Sismo Resistencia 2010, (Capítulo I.2 – alcance de la supervisión técnica, tabla I.24-1 requisitos de

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

control de materiales, NSR 10), es necesario adecuar áreas para el almacenamiento de los materiales que garanticen su conservación y realizar control para evitar el desperdicio y generación de residuos de los mismos. Se hace imprescindible que el personal utilice el tipo de material adecuado y las cantidades necesarias, a través de esta estrategia se obtiene dos beneficios, ahorro en costos de desperdicio y minimizar la generación de residuos, los materiales sobrantes de los procesos constructivos deberán ser depositados en los sitios dispuestos para tal fin, los cuales deberán contener características de almacenamiento de acuerdo al tipo de RCD generado, esta metodología se desarrollara más adelante.

### **3.3 Etapa de responsabilidad y obligaciones**

En esta etapa se determina las acciones secuenciales a seguir en las cuales se involucran a los actores que son responsables de garantizar que la gestión adecuada de los RCD se ha exitosa y que se van asignando en las diferentes etapas de construcción del proyecto siendo necesario asignar responsabilidades al personal jerárquico del mismo, Director de proyecto, Director de obra, Ingenieros residentes, Ingenieros auxiliares, supervisores, Almacenista, Profesional de Seguridad y salud en el trabajo – SST, Oficiales y Ayudantes de obra, quienes deben participar, colaborar y liderar las estrategias de la gestión de manejo de alternativas de los RCD.

**3.4 Educación ambiental a trabajadores:** la educación ambiental debe fundamentarse en la responsabilidad ciudadana de participación en soluciones a problemáticas colectivas que permitan la comprensión de racionalizar acciones entre el hombre y la naturaleza, el artículo 79 de la constitución política dice “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.” (Constitución

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

política nacional, artículo 79, 1991). Es un reto inaplazable fomentar en los trabajadores de la industria de la construcción, la motivación por el aprovechamiento de los RCD, con el objetivo de prevenir y reducir la generación de estos en las diferentes etapas de construcción de los proyectos, esta sensibilización debe enfocarse en la importancia de la prolongación del ciclo de vida útil de las materias primas de los materiales y en el desarrollo innovador de la economía circular como base de acción de conservación de los recursos naturales no renovables, como alternativa de disminución en la extracción de materiales del suelo y de la naturaleza.

Antes de iniciar la etapa de construcción, es necesario implementar en las empresas de la industria de la construcción, estrategias con temáticas de formación y capacitación ambiental, este tipo de instrumentos, deben estar enfocados en la sensibilización, concientización y participación, solo así es posible la construcción colectiva de nuevos valores y un cambio secuencial a mediano plazo del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

Las temáticas de formación y capacitación deben realizarse teniendo como base las siguientes herramientas de apoyo:

### ***3.4.1 Gestión de los residuos sólidos***

los residuos sólidos están compuestos por todos aquellos desechos generados por las actividades cotidianas del hombre y es posible realizar su separación desde la fuente y de esta manera no solo optimizar su aprovechamiento, también garantizar su adecuada calidad y recolección selectiva, se hace necesario implementar la adecuación de puntos ecológicos los cuales pueden elaborarse con la reutilización de canecas plásticas o metálicas de los diferentes insumos utilizados en la obra, los puntos ecológicos deben estar compuestos de recipientes con

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

colores para garantizar una gestión adecuada de los mismos, como se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Tabla sugerida de código de colores para la clasificación en los recipientes.

SECTOR	TIPO DE RESIDUO	COLOR
DOMESTICO	Aprovechables	Blanco
	No aprovechables	Negro
	Orgánicos biodegradables	Verde
INDUSTRIAL, COMERCIAL, INSTITUCIONAL Y DE SERVICIOS	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café Oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde

Figura 4. Clasificación de los residuos sólidos para facilitar su separación, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y disposición final.

Fuente: elaboración propia, apoyo de la NTC – GTC 24 2009.

A consecuencia de la gran cantidad de trabajadores en las obras, se presenta un alto consumo de bebidas en botellas PET y una generación de estos residuos considerable que debe ser aprovechable, es necesario implementar una caneca adicional con un tipo de color que sea llamativo y diferente a la tabla sugerida de colores con el objetivo de que los trabajadores la identifiquen y realicen la disposición en ella, una forma innovadora de aprovechar las propiedades de las botellas PET es que pueden ser molidas para obtener sus fibras y reutilizarlas en la fabricación de adoquines ecológicos que podrán ser utilizados en los proyectos como pisos en el campamento de los trabajadores, el almacén, oficinas, sala de ventas, baños y demás que se requiera.

La responsabilidad de desarrollo sostenible y de conciencia ecológica en la industria de la construcción debe llevarlos a reflexionar sobre la economía circular de los materiales a través de esta estrategia es necesario adecuar un acopio de transición de residuos aprovechables, donde de forma gradual se almacenaran para su posterior entrega en un centro de recolección selectiva, estos procesos garantizan una buena gestión de residuos sólidos y la generación de ingresos que



## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

pueden ser asignados en el bienestar de los trabajadores como forma de motivación por su buena disciplina ambiental.

### ***3.4.2 Gestión de los residuos de construcción y demolición***

Estos residuos están compuestos por todos aquellos que se generan de las actividades constructivas en el proyecto y que pueden ser separados desde la fuente, la formación que se le brinde a los trabajadores en su tratamiento es más comprensible teniendo en cuenta que ellos se contratan por grupos para realizar labores específicas, entre los más comunes y repetitivos en la construcción de proyectos residenciales se tienen:

***3.4.3 Cimentación y estructuras:*** en esta actividad se generan residuos de alambre, acero, malla electrosoldada y puntillas que pueden ser reciclados en un recipiente de gran envergadura teniendo en cuenta que las dimensiones de los materiales son bastante voluminosos, esta actividad utiliza madera como componente para los encofrados u obras falsas, la cual es reutilizada repetitivamente hasta su vida útil, después se convierte en residuo que requiere de un área de acopio protegido contra la intemperie para poder ser aprovechable. Cuando se realice fundición de cimentaciones con concreto premezclado, es necesario solicitar la cantidad precisa para evitar los desperdicios, si el concreto se hace en obra debe definirse la cantidad y los controles que garanticen la no generación de residuos. Al momento de realizar concreto en obra para las fundiciones de cimentaciones y otras estructuras es posible realizar alianzas con proveedores de cemento que utilicen bolsas de papel Kraft biodegradables (Smurfit Kappa Cartón de Colombia, 2017), estos son usados en programas como sacos verdes de las cementeras Argos, para ser procesados en las industrias de fibrocemento como materia prima (Odempa 2017) ayudando a la disminución de empaques de residuos de construcción, mejora las prácticas empresariales y se evita el consumo de recursos adicionales no renovables.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

**3.4.4 Obra gris:** esta fase del proyecto está conformada por la construcción de elementos verticales y horizontales. Muros de confinamiento: esta actividad genera variados tipos de residuos de acuerdo al sistema constructivo implementado por la empresa, si el proyecto se realiza en mampostería y bloque estructural los residuos generados serán de este tipo de materiales, los cuales tiene como materia prima arcillas que a través de procesos físico-químicos adquieren formas para su utilización como elementos constructivos y que son posibles reciclarlos a través de procesos como de trituración para generar otros materiales como sub-bases para la construcción de vías y andenes, (Sostenibilidad ambiental, Ladrillera Santa fe, 2018) este tipo de acciones ayudan a la disminución en la explotación de materiales de cantera en suelos, aportando a la no generación de la cadena de gases efecto invernadero y disminuyendo el consumo energético en la cadena de explotación, producción y comercialización.

Durante el proceso constructivo de cimentaciones y estructuras se utiliza otros elementos necesarios para las redes hidráulicas, residuales, lluvias y eléctricas, las cuales están elaboradas en PVC, es recomendable que los residuos que se generan de esta actividad se acopien para su reutilización en procedimientos, como arreglos de las mismas redes inicialmente y se determine cuáles realmente son los residuos para realizar el aprovechamiento el cual se realiza a través de la economía circular para ser transformado nuevamente como materia prima para la elaboración de nuevos productos.

**3.4.5 Losas de entrepisos:** son elementos estructurales conformados por variados materiales como acero, alambre y concreto y que requiere de un proceso constructivo complejo para su construcción entre el cual se hace necesario la intervención de otros materiales como madera para su encofrado, cerchas y parales para su sostenimiento, la madera a utilizar al

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

momento de la terminación de su vida útil es reciclada, otros materiales utilizados en las losas de entre pisos son en PVC, para las diferentes redes que quedan embebidas entre los mismos.

**3.4.6 Acabados:** esta etapa está compuesta por diferentes procesos que se realizan con la finalidad de darle un aspecto de embellecimiento, estética y habitabilidad al proyecto, entre los más importantes se tiene, enchapes para baños, cocinas y zonas húmedas, pisos, estucos, pinturas, marcos, puertas, ventanas, carpintería, cielo rasos y aparatos eléctricos. Los residuos generados en esta etapa son de bajos volúmenes y son identificables como residuos de enchapes, cerámicas y maderas, el reciclaje de los residuos cerámicos y de enchape es el aplicable a los residuos de ladrillo y mampostería estructural por el origen de su materia prima.

Figura 5. Alternativas de aprovechamiento y transformación de residuos

RESIDUOS	ALTERNATIVA
Asfaltos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar como asfalto
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
Elementos arquitectónicos	Reciclar como granulado
	Reutilizar como nuevos productos
Madera	Reciclar para tableros y aglomerados
	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y gruesos
Plásticos	Reciclar como plásticos
Tejas, bloques, entre otros	Reciclar como base para nuevos productos
Tierra de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de talud
	Estabilización de suelos
Vidrio	Reciclaje para vidrio

Figura 5. Clasificación de residuos y alternativas de aprovechamiento en materias primas que se asocien con otros elementos para ser reutilizables.

Fuente: elaboración propia, apoyo decreto 838 del 2005, 4741 del 2005 y 2981 del 2013.

## 4. Ciclo de vida

Son las diferentes etapas de carácter consecutivo y de forma interrelacionadas de un producto que analiza la materia prima a partir de su generación hasta su disposición final con el objetivo de asociarlo a uno de utilidad. (NTC-ISO 14040 2007).

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

La industria de la construcción debe enfocar sus objetivos a una producción limpia y una gestión ambiental sostenible y responsable orientada a alternativas de prolongación de la vida útil de las materias primas como principales compuestos de los materiales utilizados, este procedimiento es posible realizarlo a través del análisis del ciclo de vida de los materiales producidos y utilizados en la industria de la construcción.

El ACV trata los aspectos e impactos ambientales potenciales, (por ejemplo, la utilización de recursos y las consecuencias ambientales por las emisiones y vertidos) a lo largo de todo un ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado y su disposición final. (NTC-ISO 14040 2007), el análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción no puede ser lineal, es imperiosa la necesidad de implementar la economía circular con la finalidad de reintegrar materias primas en los nuevos procesos que garanticen la fomentación de innovación, conocimiento y capacidad de extracción sostenible de materias primas.

### **5. Economía circular**

Consiste en el ciclo continuo reparador y regenerativo que pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento, este desarrollo es positivo porque conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables. Además, funciona de forma eficaz en todo tipo de escala. (Ellen Macarthur foundation, 2017).

#### **5.1 Principios**

La economía circular proporciona múltiples mecanismos de creación de valor no vinculados al consumo de recursos finitos. En una verdadera economía circular, el consumo solo

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

se produce en ciclos biológicos eficaces; por lo demás, el uso sustituye al consumo. Los recursos se regeneran dentro del ciclo biológico o se recuperan y restauran gracias al ciclo técnico. (The Ellen MacArthur Foundation works in Education & Training, Business & Government, Insight & Analysis, Systemic Initiatives and Communications to accelerate the transition to a circular economy, 2017)

La economía circular tiene como base tres principios fundamentales, cada uno de estos plantean diferentes retos que son necesarios en la determinación de recursos y el manejo económico de los factores industriales.

**5.1.1 Principio 1:** Preservar y mejorar el capital natural controlando existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. Los productos y sus componentes deben disponerse a su máxima utilidad basados en el ciclo técnico y biológico.

**5.1.2 Principio 2:** Optimizar el uso de los recursos rotando productos, componentes y materiales con la máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como en los biológicos. Es necesario realizar diseños secuenciales y repetitivos en la elaboración, restauración y reciclaje, solo de esta manera es posible lograr que las materias de los productos recirculen y contribuyan a las escalas de la economía.

**5.1.3 Principio 3:** Fomentar la eficacia del sistema revelando y eliminando externalidades negativas. Lo anterior incluye reducir los daños al uso humano, tales como los relacionados con los alimentos, la movilidad, la vivienda, la educación, la salud y el ocio, y gestionar externalidades tales como el uso del terreno, la contaminación atmosférica, de las aguas y acústica, la emisión de sustancias tóxicas y el cambio climático. (The Ellen MacArthur Foundation works in Education & Training, Business & Government, Insight & Analysis,

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

Systemic Initiatives and Communications to accelerate the transition to a circular economy, 2017).

### **5.2 Características de la economía circular**

Los principios que componen la economía circular son de acción y las siguientes características garantizan ese principio; diseñar sin residuos, aumentar la resiliencia por medio de la diversidad, trabajar hacia un uso de energía de fuentes renovables, pensar en sistemas, pensar en cascadas.

## **CONCLUSIONES**

El desconocimiento que presenta la industria de la construcción con respecto a las alternativas de manejo de residuos de construcción y demolición – RCD, está conllevando al alto volumen de RCD que se desechan en las zonas de disposición final, provocando la contaminación del aire, agua y suelo, con consecuencias irreversibles al medio ambiente.

La industria de la construcción como mayor fuente de generación de RCD, necesita enfocar sus objetivos en la prevención y reducción en todas las escalas de su economía, solo a través de estos dos aspectos es posible minimizar la generación de RCD y la reducción visible en las zonas de disposición final, aportando a la sostenibilidad ambiental.

La ausencia de educación ambiental a los trabajadores en la construcción de proyecto de edificaciones residenciales en Colombia, está teniendo consecuencias irreversibles para el medio ambiente, es necesario implementar capacitaciones para generar sensibilización hacia el medio ambiente, diseñar estrategias de buenas prácticas laborales y motivar la cultura del aprovechamiento, solo de esta manera es posible aportar a la disminución de generación de RCD

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

y se propicia sistemáticamente un cambio racional que conlleve a la valoración del ambiente y sus componentes.

De acuerdo a las estadísticas de generación de RCD, el índice positivo de licenciamiento de construcción y la variedad de normas para regular los componentes de los RCD, las autoridades ambientales tienen un desafío en el control, inspección y vigilancia en la gestión del manejo de los RCD, para hacer posible una regulación efectiva en todos los municipios del país, porque la responsabilidad que se les asigne en la conservación del medio ambiente debe ser efectiva y contundente.

Se observa la imperiosa necesidad que la industria de la construcción ingrese a la línea de la innovación técnica y tecnológica, con la finalidad de que realicen un análisis de los materiales de su producción y puedan asignarles el ciclo de vida con el objetivo de retomar sus materias primas en la fabricación de nuevos elementos que garanticen la disminución en la extracción y procesamiento de recursos no renovables, de esta forma es posible controlar y disminuir las afectaciones que se están realizando al suelo y las emisiones a la atmosfera.

Diferentes estudios realizados en Colombia han comprobado que integrar las materias primas de algunos materiales de construcción transformados a través de su ciclo de vida e integrados a la economía circular en nuevos productos preservan sus características técnicas, disminuyen costos directos e indirectos de producción y generan nuevas líneas de negocio, así como aportes importantes en la sostenibilidad ambiental de las próximas generaciones.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cardoso, R., Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. (2016). Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: A literature review. *Waste management*, 49, 131-145.
- Castaño, J. O., Rodríguez, R. M., Lasso, L. A., Cabrera, A. G., & Ocampo, M. S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 121-129.
- Cementos Argos. (2018). Así son los sacos de nuestros cementos, sacos que cuidan el planeta. Recuperado de <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Actualidad-para-construtores/Asi-son-los-sacos-de-nuestro-cemento>.
- Chopra, D., & Siddique, R. (2015). Strength, permeability and microstructure of self-compacting concrete containing rice husk ash. *Biosystems Engineering*, 130, 72-80.
- Coelho, T. M., Castro, R., & Gobbo Jr, J. A. (2011). PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 291-299.
- Congreso Nacional de Colombia. (1991). Constitución política de Colombia. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)
- Congreso Nacional de Colombia. (2008). Ley 1259 del 2008. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley\\_1259\\_2008.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley_1259_2008.pdf)
- D'Alessandro, A., Fabiani, C., Pisello, A. L., Ubertini, F., Materazzi, A. L., & Cotana, F. (2016). Innovative concretes for low-carbon constructions: A review. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 12(3), 289-309.
- Del Río Merino, M., Izquierdo, P., & Weis, I. S. (2010). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste management & research*, 28(2), 118-129.



## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

Departamento Nacional de Estadísticas Dane. (2019). Boletín técnico de licencias de construcción primer trimestre año 2019. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>

Departamento Nacional de Estadísticas Dane. (2019). Boletín técnico estadísticas del sector económico de la construcción enero 2019 a marzo 2019. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>

Glinka, M. E., Vedoya, D. E., & Pilar, C. A. (2006). Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición. *Jornadas de investigación. Secretaria de Investigación y Posgrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.*

Hamdy, M., Hasan, A., & Siren, K. (2013). A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010. *Energy and Buildings*, 56, 189-203.

ICONTEC. (2007). Norma Técnica Colombiana - ISO 14040. Análisis Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia. Recuperado de [http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007%20Analisis\\_CicloVida.pdf](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007%20Analisis_CicloVida.pdf)

Ladrillera Santafé. (2018). La sostenibilidad parte de nuestra misión empresarial. Recuperado de <https://www.santafe.com.co/sostenibilidad/>

MacArthur, F. E. (2015). Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada. *Recuperado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive\_summary\_SP.pdf.*

Martínez, W., Torres, A., Alonso, M., Chávez, L., Hernández, H., Lara, C., & González, M. (2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista ALCONPAT*, 5(3), 235-248.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

Ministerio de Ambiente. (1994). Resolución 541 de 1994. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Resoluciones/res\\_0541\\_141294.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Resoluciones/res_0541_141294.pdf)

Ministerio de Ambiente. (1995). Decreto 948 de 1995. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec\\_0948\\_1995.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf)

Ministerio de Ambiente. (2015). Decreto único reglamentario 1077 del 2015. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/NormativaInstitucional/1077%20-%202015.pdf>

Ministerio de Vivienda. (2015). Decreto 1285 de 2015. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1285%20-%202015.pdf>

Presidencia de la Republica de Colombia. (2013). Decreto 2981 del 2013. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Presentaci%C3%B3n%20del%20Decreto%202981%20de%202013.pdf>

Reglamento Colombiano de construcción Sismoresistente NSR-10. (2010). Recuperado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2013). Resolución 1138 del 2013. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54076>

Smurfit Kappa. (2019). Papel Kraft soluciones diseñadas para su negocio. Recuperado de <https://www.smurfitkappa.com/co/products-and-services/sack-kraft-papers?productsectors=&marketsectors=&productregions=Colombia>

Stahel, R. (2016). The circular economy. *Nature News*, 531(7595), 435. Recuperado de: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/the-circular-economy-applied-to-the-automotive-industry-1>

Subramanian, M. N. (2016). *Plastics Waste Management: Processing and Disposal*. Smithers Rapra. Recuperado de

## ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD

<http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1237412&lang=es&site=ehost-live>.

Super Intendencia de Servicios Públicos y Departamento Nacional de Planeación. (2018). Informe de disposición final de residuos sólidos año 2017. Recuperado de [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2.\\_disposicion\\_final\\_de\\_residuos\\_solidos\\_-\\_informe\\_2017.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf)

Ulloa, A. (2002). Pensando verde: el surgimiento y desarrollo de la conciencia ambiental global. *Repensando la naturaleza. Universidad Nacional de Colombia, ICANH, Colciencias*, 205-226.